

ANALISIS PATH LOSS MODEL PROPAGASI DALAM RUANGAN

Ummu Handasah , Maksu Pinem

Konsentrasi Teknik Telekomunikasi, Departemen Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara (USU)
Jl. Almamater, Kampus USU Medan 20155 INDONESIA
e-mail : ummu.handasah@yahoo.com & maksu.pinem@gmail.com

ABSTRAK

Path loss yang terjadi dalam ruangan disamping dipengaruhi frekuensi dan jarak juga dipengaruhi oleh sekat/penghalang, sehingga daya terima akan menjadi lebih kecil ketimbang hanya dipengaruhi oleh frekuensi dan jarak. Untuk menghitung besar rugi-rugi *path loss* dapat ditentukan berdasarkan model propagasi yang telah direkomendasi. *Paper* ini menghitung dan menganalisis rugi-rugi *path loss* dalam ruangan. Pengerjaan perhitungan dilakukan berdasarkan model ITU-R dan COST231-*Multiwall* kemudian dianalisis berdasarkan perbandingan *part loss* hasil pengukuran secara nyata dalam ruangan. Lokasi pengukuran dilakukan pada ruangan kelas J314 dan J313 di lantai 3 bangunan Departemen Teknik Elektro USU. Berdasarkan hasil yang diperoleh maka model propagasi ITU-R lebih layak digunakan pada ruangan kuliah lantai 3 Departemen Teknik Elektro dibandingkan dengan model propagasi COST 231 dengan *mean error* masing-masing sebesar 19,26694 dB dan 26,41393 dB dan standar deviasi masing-masing sebesar 9,686598 dB dan 11,06642 dB.

Key word : Propagasi gelombang radio, Path loss Models, ITU-R, COST231-*MultiWall*, Gnet Wifi

1. Pendahuluan

Saat ini, perkembangan bidang telekomunikasi sangat mempermudah pengguna untuk berkomunikasi. Hal ini ditandai dengan alat komunikasi yang semakin canggih. Dengan layanan yang berbeda sebagaimana yang ditawarkan oleh penyedia jasa, pengguna dengan bebasnya dapat memilih komunikasi, baik *via* suara, data ataupun gambar. Kemudahan ini kelihatannya membuat pengguna semakin enggan untuk melakukan aktifitas di luar ruangan. Apalagi bagi pengguna yang sibuk bekerja, pelajar/mahasiswa, mereka akan lebih memilih aktifitas di dalam ruangan. Dengan menggunakan layanan komunikasi terlebih untuk komunikasi seluler, tidak serta merta selalu memberikan layanan yang maksimal. Terkadang pengguna dihadapkan dengan kendala seperti berkurangnya bahkan sampai hilangnya sinyal ketika menggunakan layanan internet (salah satu dari layanan yang paling sering digunakan pengguna telepon genggam).

Dari penggunaan *gadget* di dalam ruangan, maka dipasang perangkat Wi-Fi. Karena pemasangan perangkat tersebut di dalam ruangan, tentu saja akan ada sekat berupa dinding yang membatasi disamping jarak antara pemancar dan penerima. Adanya sekat/dinding dan jarak ini akan mempengaruhi sinyal yang

diterima, karena sekat merupakan penghambat sedangkan jarak merupakan parameter dasar dalam rugi lintasan (*path loss*). Dalam hal ini penghambat yang dimaksud adalah rugi lintasan yang dihadapi sinyal menuju penerima. Dimana sinyal akan menembus (penetrasi) dinding sehingga kekuatan sinyal akan berkurang diakibatkan karena adanya rugi lintasan.

Untuk mengetahui besar nilai rugi lintasan dalam ruangan dapat dilakukan dengan menggunakan model rugi lintasan ruangan, yaitu Model Empiris ITU-R dan Model Empiris COST 231-*Multiwall*. Dengan Model Empiris tersebut dihitung rugi lintasan yang dialami sinyal ketika menembus sekat/dinding pada ruangan. Kemudian dibandingkan dengan hasil pengukuran secara langsung. Dari hasil perbandingan diharapkan diperoleh Model Empiris propagasi dalam ruang yang lebih sesuai sebagai Model bagi rugi lintasan dalam ruang yang ditentukan.

2. Model Propagasi Empiris Dalam Ruang (Indoor)

Untuk menghitung perkiraan besar *path loss* yang terjadi di dalam ruangan tidak dapat menggunakan model propagasi outdoor. Hal ini dikarenakan jarak yang

terdapat di dalam ruangan sangat pendek sehingga efek Doppler dapat diabaikan. Selain itu, propagasi yang terjadi di dalam ruangan cenderung lebih kompleks karena gelombang radio-nya banyak dihalangi oleh *obstacle* (hambatan) berupa *furniture* (perabot rumah tangga), asbes atau gipsium dan dinding. Oleh sebab itulah gelombang radio di dalam ruangan mengalami banyak refleksi dan refraksi serta penyerapan daya (*penetration*) yang menyebabkan *path loss* semakin besar [1].

2.1. Model Propagasi COST 231-Multiwall

Model COST 231-Multiwall merupakan pengembangan dari model Keenan-Motley. Perbedaan yang mencolok pada kedua jenis model ini terletak pada penjelasan rugi-rugi akibat penyerapan daya sinyal yang menembus beberapa lantai yang berada diantara pemancar dan penerima. Pada model COST 231 MultiWall besarnya daya yang hilang tersebut tidak dapat digambarkan sebagai fungsi linear melainkan sebagai fungsi eksponensial yang dipengaruhi oleh faktor empiris b [2]. Melainkan merupakan fungsi eksponensial seperti yang diperlihatkan pada persamaan 1 [3].

$$L_{MW} = L_{FS} + L_C + \sum_{i=1}^I K_{wi} \cdot L_{wi} + k_f^{\left[\frac{k_f+2}{k_f+1}b\right]} L_f \quad (1)$$

2.2. Model Propagasi ITU-R

Pada penggunaan model ini perhitungan rugi-rugi transmisi di dalam ruangan mengasumsikan bahwa BS dan *portable terminal* berada di dalam gedung yang sama. Rugi-rugi lintasan gelombang radio dari BS menuju *portable terminal* di dalam ruangan dapat diperkirakan dengan dua model yaitu *site-general model* (model dengan informasi keadaan yang umum) dan *site-specific model* (model dengan informasi keadaan yang spesifik). Namun pada penelitian ini hanya menggunakan *site-general model* sehingga teori mengenai *site-general model* lebih ditekankan [4].

Model ini menambahkan koefisien rugi-rugi daya (*distance power loss coefficient*) di dalam perhitungan rugi-rugi lintasan seperti diperlihatkan pada Persamaan 2. Dimana koefisien ini telah mewakili rugi-rugi transmisi akibat dinding, perabot di dalam ruangan serta mekanisme rugi-rugi yang mirip yang terdapat di dalam gedung. sehingga memungkinkan

sinyal tersebut dapat digunakan di antara lantai. Pada *site-specific model* rugi-rugi transmisi akibat dinding dihitung secara eksplisit [4].

$$L_{TU-R} = 20 \log_{10} f + N \cdot \log_{10} d + L_f \cdot (n) \quad 28 \quad (2)$$

2.3. Mekanisme Propagasi

Refleksi, difaksi dan *scattering* adalah merupakan tiga mekanisme dasar dari propagasi gelombang radio yang mempengaruhi propagasi di dalam sistem komunikasi bergerak [5].

2.4. Path loss

Path loss merupakan komponen yang paling utama dalam perencanaan *link* radio. Elemen *path loss* termasuk *free space loss*, rugi-rugi atmosfer, penyerapan uap air, pengendapan, *fading*, *multipath* dan berbagai efek lainnya berdasarkan frekuensi dan lingkungannya.

Jika jalur utama propagasi merupakan ruang bebas maka *free space loss* dapat dihitung dengan Persamaan Friis, yaitu Persamaan 3 [6].

$$L = G_T G_R \left(\frac{\lambda}{4\pi d}\right)^2 \quad (3)$$

atau dengan Persamaan 4

$$L_{dB} = -G_{TdB} - G_{RdB} - 20 \log(\lambda) + 20 \log(d) + 22 \quad (4)$$

Di beberapa aplikasi, gain antena tidak termasuk dalam persamaan *path loss*, sehingga persamaan *free space loss* dapat dihitung dengan Persamaan 5.

$$L_{fst dB} = 20 \log\left(\frac{\lambda}{4\pi d}\right) \quad (5)$$

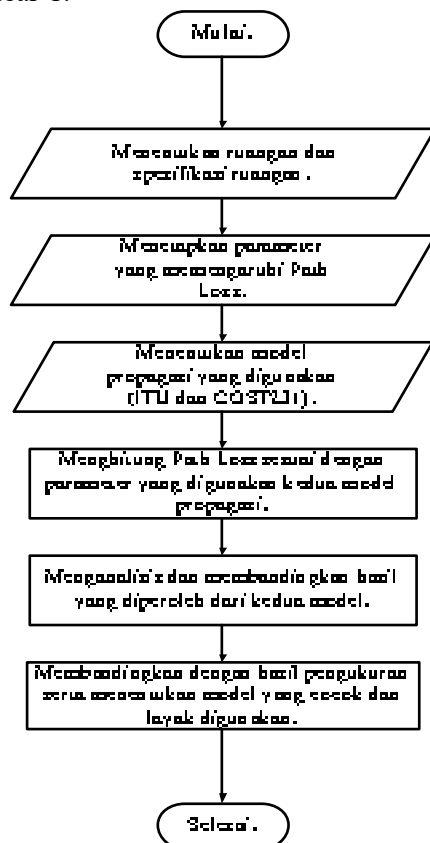
3. Metodologi Penelitian

Dalam menganalisis *path loss* pada ruangan model propagasi digunakan untuk menghitung *path loss* yang terjadi, dalam hal ini menetapkan parameter-parameter apa saja yang dibutuhkan dalam menghitung *path loss* berkenaan dengan model propagasi pada ruangan. Berdasarkan model propagasi yang digunakan, kemudian menghitung *path loss* yang terjadi. Dengan memperoleh nilai *path loss* dari model propagasi yang digunakan, selanjutnya menganalisis dan membandingkan hasil yang telah didapat.

3.1. Diagram Alir

Secara keseluruhan metodologi penelitian yang dilakukan untuk perhitungan

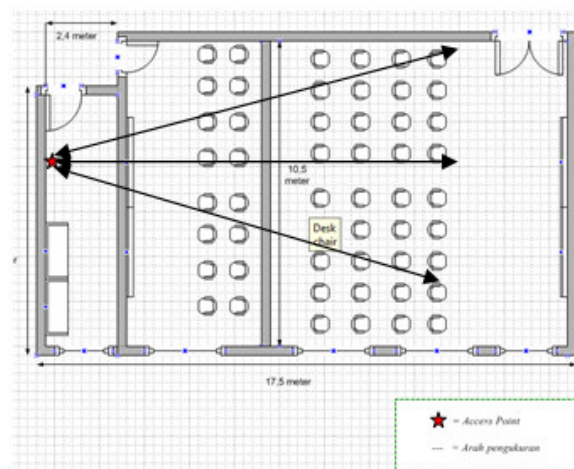
dan analisis *path loss* ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

3.2.Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bangunan departemen teknik elektro ruangan kelas lantai 3 pada ruangan J314, J313 dan juga ruangan kecil yang disudut. Dimana letak pemancar(HP MSM-802.11n *Access Point Series*) dan juga penerima akan diilustrasikan dengan menggunakan *Microsoft office : Visio 2007* seperti yang dapat terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Ilustrasi ruangan kelas lantai 3 ruangan J314, J313 dan ruangan kecil paling sudut di gedung kuliah teknik elektro dilihat dari kanan ke kiri

3.3.Parameter Perhitungan *Path loss*

Pada perhitungan ini, akan digunakan beberapa parameter yang mempengaruhi nilai *path loss*, yaitu.

a. Parameter frekuensi dan jarak

Dalam hal ini parameter frekuensi yang digunakan adalah frekuensi dengan arah downlink dari *access point*, serta jarak antara *access point* dengan penerima (r). Frekuensi yang digunakan adalah sebesar 2,4 GHz. Sedangkan jarak terbagi pengukuran I, pengukuran II, dan pengukuran III. Dimana jarak pengukuran masing-masing 1,5 meter;3,3 meter; 4,2 meter; 5,4 meter; 6,3 meter; 9meter; 10,5 meter; 12 meter; 13,5 meter; 15 meter;dan 16,5 meter.

b. Variabel lantai dan dinding

Parameter lantai memengaruhi nilai *path loss* dengan adanya koefisien rugi-rugi daya, termasuk juga dengan *floor penetration factors*, L_{nf} dimana L_f merupakan *loss* terhadap penetrasi lantai sedangkan n_f merupakan jumlah dari lantai yang ditembus, dalam hal ini nilai n_f dapat dirubah-rubah.

Untuk jenis pit a frekuensi yang lain dimana koefisien *power loss* tidak ada untuk bangunan tempat tinggal, maka nilai tersebut dapat digunakan dari bangunan kantor. Standar deviasi dan log-normal dari nilai fading shadow di dalam ruangan ditunjukkan pada Tabel 1[4].

3.4.Pemancar Access Point

Pemancar yang digunakan adalah *access point* HP MSM-802.11n dengan frekuensi kerja 2,4 GHz.

3.5.Model Propagasi *Path loss* yang Digunakan

Untuk memprediksikan nilai *path loss* maka dipilih model propagasi untuk ruangan, yaitu ITU-R dan COST231-*MultiWall*. Kedua model propagasi dipilih berdasarkan pada kesesuaian aspek lantai dan dinding yang digunakan pada kedua model propagasi. Kedua model ini juga cocok untuk digunakan dalam memprediksikan *path loss* di dalam ruangan.

3.6.Data Pengukuran

Data pengukuran pada penelitian ini diperoleh dari data hasil *drive test* dengan menggunakan aplikasi *G-Net Wifi* yang dipasangkan ke dalam *smartphone*. Data yang diperoleh merupakan nilai dari RSSI (*Received Signal Strength Indication*) pada beberapa jarak tertentu dari *access point*. *Drive test* pengukuran pertama dilakukan pada tanggal 22 Mei 2015, pengukuran kedua dan ketiga dilakukan pada tanggal 30 Mei 2015 di gedung kuliah teknik elektro lantai 3.

Nilai *path loss* dari hasil pengukuran dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan 3.

$$RSSI = EIRP - path\ loss + G_{Rx} - L_{Rx} \quad (6)$$

Dari data pengukuran yang telah diperoleh maka dapat dibuat kurva regresi untuk mendapatkan garis kurva yang lebih baik. Regresi merupakan suatu metode yang berupaya memodelkan antara dua variabel dimana satu variabel (variabel terikat) memengaruhi variabel yang lainnya (variabel bebas). Jarak *access point* dan penerima disebut sebagai variabel terikat (X), sedangkan nilai *path loss* disebut sebagai variabel bebas (Y) sebab besarnya nilai *path loss* dipengaruhi oleh jarak tersebut.

Kurva regresi yang didasarkan pada persamaan polinomial pangkat dua disebut dengan Regresi Parabola Kuadrat [6]. Rumus umum regresi parabola adalah seperti Persamaan

$$Y = a + bX + cX^2 \quad (7)$$

dimana a, b, dan c merupakan konstanta yang masing-masing besarnya dapat ditentukan dengan Persamaan 4, Persamaan 5, dan Persamaan 6 [6].

$$\Sigma(Y) = na + b\Sigma(X) + c\Sigma(X^2) \quad (8)$$

$$\Sigma(XY) = a\Sigma(X) + b\Sigma(X^2) + c\Sigma(X^3) \quad (9)$$

$$\Sigma(X^2Y) = a\Sigma(X^2) + b\Sigma(X^3) + c\Sigma(X^4) \quad (10)$$

3.7. Langkah-Langkah dalam Menentukan Model Propagasi

Ada dua parameter yang digunakan untuk menentukan model propagasi yang cocok dan layak digunakan seperti sebagai berikut.

a. Mean Error (rata-rata kesalahan ramalan)

Mean Error merupakan rata-rata kesalahan yang terjadi akibat adanya perbedaan nilai pengukuran terhadap nilai prediksi (hasil perhitungan). Besar nilai ini dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 7 [7].

$$Mean\ Error\ (dB) = \frac{1}{n} \Sigma(P_{Lmi} - P_{Li}) \quad (10)$$

b. Standar Deviasi

Standar deviasi adalah rata-rata jarak penyimpangan titik-titik data *path loss* yang diukur atau dihitung dari nilai rata-rata data tersebut. Ini dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 8 [8].

$$Standar\ deviasi\ (\sigma) = \sqrt{\frac{1}{n-1} \Sigma_{i=1}^n (P_{Li} - \bar{P}_L)^2} \quad (11)$$

4. Hasil Pembahasan

Perhitungan prediksi *path loss* dan RSSI dilakukan dengan menggunakan *Wi-Fi* dengan frekuensi kerja 2.4 GHz.

4.1. Prediksi *path loss* dan RSSI dengan model propagasi COST 231-Multiwall

Perhitungan dengan model propagasi COST 231 *MultiWall* menggunakan persamaan Persamaan 1, maka akan diperoleh data seperti yang ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. *Path loss* dan RSSI dengan Model COST231-Multiwall

No.	Jarak (m)	kwi	LT (dB)	RSSI (dB)
1	1,5	0	43,6053	-21,105
2	3,3	1	57,3538	-34,854
3	4,2	1	59,4485	-36,948
4	5,4	1	61,6314	-39,131
5	6,5	1	63,2417	-40,742
6	9	2	72,9683	-50,468
7	10,5	2	74,3073	-51,807
8	12	2	75,4671	-52,967
9	13,5	2	76,4902	-53,99
10	15	2	77,4053	-54,905
11	16,5	2	78,2332	-55,733

4.2. Prediksi *path loss* dan RSSI dengan model propagasi ITU-R

Perhitungan dengan model propagasi ITU-R menggunakan Persamaan 2. Maka diperoleh hasil seperti yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. *Path loss* dan RSL dengan Model ITU-R

No.	Jarak (m)	L (dB)	RSSI (dB)
1	1,5	58,9662	-36,466
2	3,3	69,2389	-46,739
3	4,2	72,381	-49,881
4	5,4	75,6553	-53,155
5	6,5	78,0709	-55,571
6	9	82,3108	-59,811
7	10,5	84,3192	-61,819

8	12	86,0589	-63,559
9	13,5	87,5935	-65,093
10	15	88,9662	-66,466
11	16,5	90,208	-67,708

4.3.Path loss Hasil Pengukuran

Berdasarkan hasil dari pengukuran maka diperoleh nilai rata-rata dari hasil pengukuran. seperti yang dapat terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Tabel Rata-Rata dari Hasil Pengukuran

r (m)	RSSI	L (dB)	RSSI	L (dB)	RSSI	L (dB)	L _{rata}
1,5	-48	70,5	-39	61,5	-38	60,5	64,166
3,3	-67	89,5	-66	88,5	-66	88,5	88,833
4,2	-70	92,5	-63	85,5	-64	86,5	88,166
5,4	-71	93,5	-59	81,5	-70	92,5	89,166
6,3	-77	99,5	-69	91,5	-68	90,5	93,833
9	-69	91,5	-68	90,5	-72	94,5	92,166
10,5	-73	95,5	-71	93,5	-75	97,5	95,5
12	-87	109,5	-75	97,5	-79	101,5	102,83
13,5	-89	111,5	-76	98,5	-77	99,5	103,16
15	-86	108,5	-79	101,5	-80	102,5	104,16
16,5	-93	115,5	-81	103,5	-82	104,5	107,83

4.4.Perbandingan Path loss Model Propagasi dan Pengukuran

Berdasarkan nilai rata-rata dari hasil pengukuran yang terdapat pada Tabel 3 dapat dibuat regresi hasil pengukuran. Seperti yang terlihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Regresi Hasil Pengukuran Rata-Rata

X	Y	X ²	X ³	X ⁴	XY	X ² Y
1,5	64,166 7	2,25	3,375	5,0625	96,250 1	144,37 5
3,3	88,833 3	10,89	35,937	118,59 2	293,15	967,39 5
4,2	88,166 7	17,64	74,088	311,17	370,3	1555,2 6
5,4	89,166 7	29,16	157,46 4	850,30 6	481,5	2600,1
6,3	93,833 3	39,69	250,04 7	1575,3	591,15	3724,2 4
9	92,166 7	81	729	6561	829,5	7465,5
10,5	95,5	110,25	1157,6 3	12155,1	1002,7 5	10528, 9
12	102,83 3	144	1728	20736	1234	14808
13,5	103,16 7	182,25	2460,3 8	33215,1	1392,7 5	18802, 2
15	104,16 7	225	3375	50625	1562,5 1	23437, 6
16,5	107,83 3	272,25	4492,1 3	74120,1	1779,2 4	29357, 5
ΣX	ΣY	ΣX²	ΣX³	ΣX⁴	ΣXY	ΣX²Y
97, 2	1029,8 3	1114,3 8	14463	200273	9633,1	113391

Dari Tabel 4 dapat dibuat persamaan untuk menentukan koefisien a,b, dan c berdasarkan Persamaan 7, P`ersamaan 8, dan Persamaan 9 sehingga diperoleh persamaan-persamaan sebagai berikut :

$$1029,83 = 11a + 97,2b + 1114,38c$$

$$9633,1 = 97,2a + 1114,38b + 14463$$

$$113391 = 1114,38a + 14463b + 200273c$$

Dari persamaan diatas, maka diperoleh nilai koefisien yang masing-masing adalah :

$$a = 66,8154$$

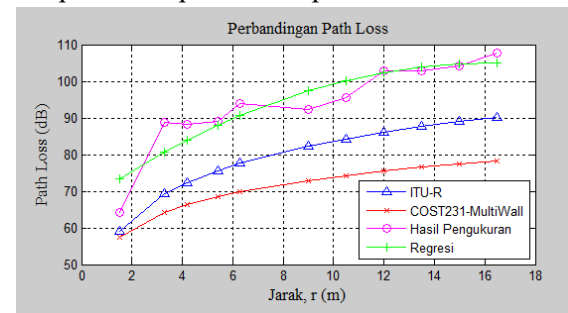
$$b = 4,6775$$

$$c = 0,1434$$

Dengan memasukkan nilai koefisien ke dalam persamaan 7

$$Y = 66,8154 + 4,6775X + 0,1434X^2$$

Sehingga nilai path loss hasil regresi yang didapatkan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Perbandingan Nilai Path loss Perhitungan dan Pengukuran Rata-Rata

4.5.Model Propagasi yang Layak dan Cocok Digunakan

Untuk Mendapatkan model propagasi yang layak dan cocok digunakan adalah dengan menghitung rata-rata kesalahan prediksi (mean error) hasil pengukuran terhadap hasil perhitungan dan deviasi standar. Maka diperoleh hasil seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Mean Error dan Standar Deviasi

	ITU-R	COST231
Mean Error (dB)	19,26694	26,41393
σ (dB)	9,686598	11,06642

Dari perhitungan prediksi dan pengukuran yang telah dilakukan terlihat bahwa kenaikan path loss diakibatkan adanya jarak dan juga dinding antara penerima dan pemancar. Hal ini menunjukkan bertambahnya nilai path loss dapat diakibatkan adanya sekat/dinding. Dimana dinding akan mengurangi sinyal yang dipancarkan oleh pemancar karena adanya penetrasi atau penembusan yang dialami oleh

sinyal tersebut. Berdasarkan Tabel 5 diketahui bahwa model propagasi ITU-R lebih layak untuk digunakan pada ruangan lantai 3 departemen teknik elektro USU.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil menganalisis yang telah dilakukan, maka dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Pada ruangan kuliah lantai 3 di departemen teknik elektro, *path loss* model propagasi ITU-R lebih besar dibandingkan dengan model propagasi COST 231-*Multiwall*.
2. Untuk fungsi jarak, nilai *path loss* pada model propagasi ITU-R akan semakin bertambah besar apabila jarak antara *access point* dengan penerima semakin jauh. Sedangkan untuk fungsi dinding, nilai *path loss* akan bertambah besar apabila sekat/halangan/*obstacle* berupa dinding yang berada diantara penerima dan pemancar bertambah.
3. Berdasarkan pengukuran maka diperoleh *mean error* dan standar deviasi yang masing-masing adalah 19,26694 dB dan 9,686598 dB untuk model ITU-R, sedangkan untuk model COST 231-*Multiwall* adalah 26,41393 dB dan 11,06642 dB.
4. Model propagasi ITU-R lebih cocok digunakan di ruangan kuliah lantai 3 pada bangunan departemen teknik elektro dengan *mean error* yang lebih kecil.

6. Daftar Pustaka

- [1] Alaleh M Najusi. 2012 “*Indoor Path loss Modeling and Measurements at 2.4 GHz*”, Thesis pada KTH Electrical Engineering, Stockholm, Sweden.
- [2] COST Action 231, 1999 “*Final Report Digital Mobile Radio Towards Future Generations Systems*”, Directorate General Telecommunication European Commission.
- [3] Jose M.Hernando and F. Perez Fontan, 1999 “*Intoduction to Mobile Communications Enggineering*”, Artech House, Norwood.
- [4] Recommendation ITU-R P.1238-7, Feb 2012 “*Propagation Data and Prediction Methods for Planning of Indoor Radiocommunication Systems and Radio Local Area Network in The Frequency range 900 MHz to 100 GHz*”, Electronic Publication, Geneva.
- [5] Chapter 3 “*Mobile Radio Propagation – Large Scale Path Loss*” http://www.pearsonhighered.com/asset/s/hip/us/hip_us_pearsonhighered/samplechapter/0133755363.pdf, 12 Januari 2015.
- [6] John S. Seybold, Ph.D, 2005 “*Introduction to RF Propagation*”, John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, New Jersey.
- [7] Winita, 2011 “Pemilihan Teknik Peramalan”, <http://winita.staff.mipa.uns.ac.id/files/2011/09/pemilihan-teknik-peramalan.pdf>, 20 Januari 2015.
- [8] Prof. DR. Sudjana, M.A., M.Sc, 2002 “Metoda Statistika Edisi ke-6”, Tarsito, Bandung.